

# PENGEMBANGAN TEKNOLOGI LAHAN BASAH BUATAN UNTUK RESTORASI SUNGAI

Ir. Fachmijany Sulawesty  
Dr. Ir. Gadis Sri Haryani  
Dr. Tri Widiyanto



PUSAT PENELITIAN LIMNOLOGI LIPI  
2010

# PENDAHULUAN

- Perkembangan penduduk, kemajuan teknologi dan perkembangan industri menghasilkan produk samping berupa limbah yang menimbulkan permasalahan kompleks pada lingkungan khususnya lingkungan perairan darat.
- Beberapa sungai di Pulau Jawa telah mengalami pencemaran berat. Berdasarkan tingkat BOD, COD, dan kadar oksigen terlarutnya, Sungai Ciliwung, Citarum, Cisadane, Bengawan Solo, dan Kali Surabaya telah mengalami pencemaran berat sampai sangat berat (Ginting, 2004).
- Peraturan pemerintah No. 82 tahun 2001 telah menetapkan ketentuan-ketentuan dalam pengelolaan kualitas air, pengendalian pencemaran air dan perizinan air limbah. Pengendalian pencemaran air dilakukan untuk memberikan jaminan agar kualitas air sesuai dengan peruntukan dan penetapan baku mutunya. Upaya pengendalian pencemaran air dilakukan antara lain dengan pembatasan bahan pencemar air yang diizinkan masuk ke dalam sumber daya air, seperti sungai, agar memenuhi baku mutunya.

## Lanjutan

- Diperlukan suatu sistem pengolahan limbah sebelum air buangan ini masuk kedalam badan air seperti sungai. Berbagai jenis pengolahan limbah telah banyak digunakan untuk memberikan alternatif penggunaannya, salah satunya adalah dengan menggunakan lahan basah buatan.
- Penerapan lahan basah buatan untuk mengolah limbah cair (domestik, industri, pertanian dan lain-lain) telah banyak digunakan di negara-negara lain. Sistem ini sangat prospektif karena kesederhanaan konstruksi dan biaya pembuatan serta operasionalnya relatif rendah (Brix, 1994, Guntenspergen *et al*, 1993). Lahan basah buatan didisain untuk menghilangkan pencemar konvensional seperti BOD, SS dan nutrisi, bahkan logam berat.
- Sistem lahan basah buatan merupakan sistem yang meniru kinerja lahan basah alami sehingga menghadirkan pula komponen-komponen yang biasa ditemui di lingkungan dan diterapkan ke dalam disain sebuah lahan basah buatan. Komponen-komponen tersebut antara lain substrat (berupa *gravel*, pasir, lumpur, dan air) dan tanaman air (*free floating* dan *rooted form*).

## Lanjutan

- Proses penguraian zat pencemar (*pollutant*) sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman dan mikroba yang tumbuh baik pada sistem perakaran maupun pada substrat (Brix, 1993). Tumbuhan berperan di dalam menurunkan kadar pollutant baik secara langsung (dengan penyerapan oleh akar) maupun tidak langsung (menyediakan media untuk pertumbuhan mikroorganisme).
- Lahan basah yang secara alami dapat berfungsi menurunkan kadar-kadar pencemar, dipandang sebagai suatu sistem yang dapat ditiru atau dirancang untuk keperluan pengolahan limbah cair.
- Mengingat sistem pengolahan limbah dengan menggunakan lahan basah buatan ini mudah dan murah dalam operasional selanjutnya maka akan mudah dilakukan oleh masyarakat umum yang relatif awam terhadap proses-proses pengolahan limbah.

# LAHAN BASAH BUATAN

Lahan basah buatan adalah lahan basah yang dirancang berdasarkan proses-proses fisika, kimia dan biologi yang terjadi pada lahan basah alami untuk menurunkan kadar berbagai bahan pencemar dalam limbah cair.



## Lanjutan

- Prinsip Kerja :

Integrasi proses-proses fisika, kimia, dan biologi yang saling berinteraksi untuk mengurangi kadar bahan pencemar yang terkandung dalam limbah cair.

- Proses-Proses :

Presipitasi, sedimentasi, adsorpsi pada partikel sedimen, degradasi oleh mikroorganismenya dan penyerapan oleh tumbuhan air.

- Komponen Utama :

- Air.
- Sedimen dan batuan.
- Mikroorganisma
- Tumbuhan air (terendam, terapung, daun terapung, dan yang mencuat ke udara).
- Sinar matahari sebagai sumber energi.

## Lanjutan

- Fakto-Faktor Penting:
- Karakteristik air limbah yang akan diolah (tipe & konsentrasi)
- Konsentrasi yang akan disisihkan
- Lahan yang tersedia
- Debit/kecepatan aliran
- Waktu tinggal
- Tipe aliran : Horizontal permukaan
  - Horizontal bawah permukaan
  - Vertikal menurun
  - Vertikal menanjak
- Media pengolah : tipe tumbuhan, tipe substrat & tipe aliran

## Lanjutan

- Keuntungan :
  - Tidak memerlukan energi listrik.
  - Biaya relatif murah.
  - Cukup stabil terhadap beban pencemar yang mudah berubah.
  - Bisa dirancang sesuai kebutuhan.
  - Hasil lumpur sedikit.
  - Meningkatkan estetika dan keanekaragaman hayati hewan liar (burung, katak dan ular).
  - Merupakan pengolah sekunder maupun tersier yang sangat baik.

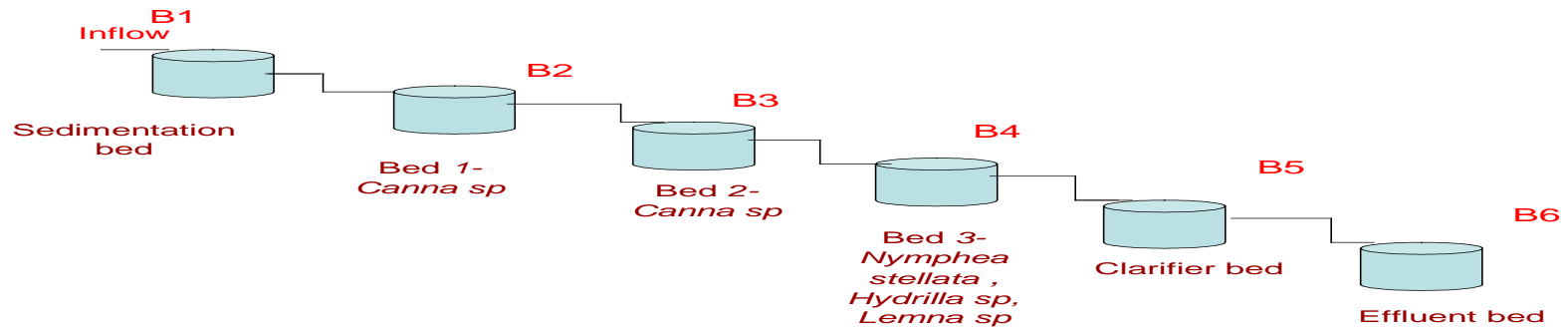
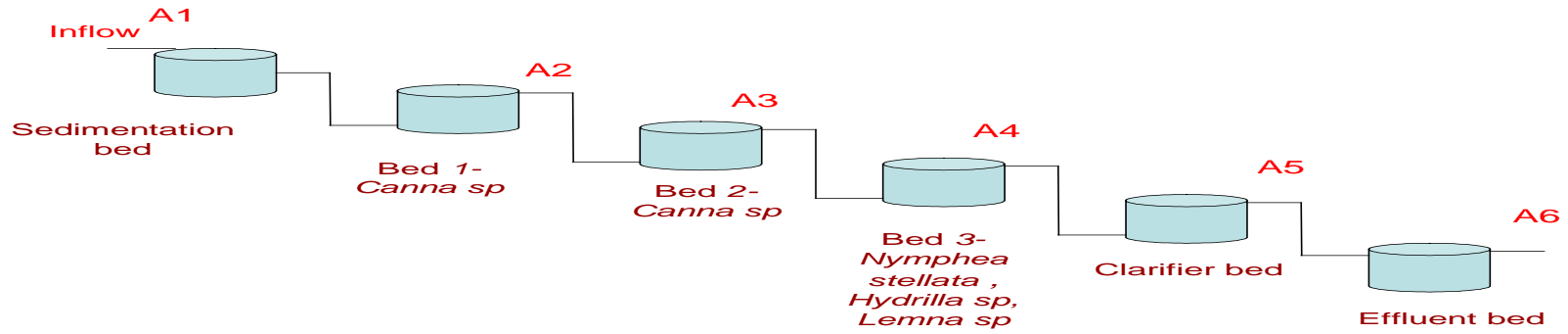
# PENGGUNAAN LAHAN BASAH DI PUSLIT. LIMNOLOGI

1. Lahan basah buatan : Beberapa penelitian di Puslit. Limnologi
2. Lahan basah buatan di Situ Cibuntu
3. Lahan basah buatan : Pengolahan limbah dari Pondok Pesantren Arrafah Cililin, Bandung
4. Lahan basah buatan untuk pengolahan limbah fasilitas sanitasi umum (MCK) di Petojo Utara, Jakarta.
5. Penggunaan lahan basah buatan dalam skala kecil untuk Kolong (lubang tambang) di Bangka
6. Pendekatan fitomikrobentik untuk mereduksi N & P pada ekosistem mengalir.

# 1. Lahan Basah Buatan : Beberapa Penelitian di Puslit Limnologi



A. Sub Surface Flow Constructed Wetland (SSFCW) = CW varian 1  
and B. Surface Flow Constructed Wetland (SFCW) = CW varian 2  
Usage: for Removal of Nitrogenous and *ortho* Phosphate Compounds in  
Tapioca Waste Water Manufacture



# Performance of the varians : CW1 and CW2

CWSF				
Parameter	Average quantity		% removal	
	Inflow	Outflow		
NH <sub>4</sub> (mg/L)	2.812	0.124	95.59	
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0.212	0.072	66.04	
NO <sub>3</sub> (mg/L)	1.130	0.098	91.31	
TN (mg/L)	8.552	3.815	55.39	
oPO <sub>4</sub> (mg/L)	0.717	0.024	96.65	
pH	6.43	7.6		
Conductivity (mS/cm)	0.68	0.505		
Turbidity (NTU)	112.38	6.78		
DO (mg/L)	3.81	6.792		
Water Temp.(°C)	30.62	28.34		
CWSSF				
Parameter	Average quantity		% removal	
	Inflow	Outflow		
NH <sub>4</sub> (mg/L)	2.812	0.111	96.05	
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0.212	0.11	48.11	
NO <sub>3</sub> (mg/L)	1.13025	1.057	6.48	
TN (mg/L)	8.552	1.523	82.19	
oPO <sub>4</sub> (mg/L)	0.539	0.032	94.06	
pH	6.43	7.398		
Conductivity (mS/cm)	0.68	1.38		
Turbidity (NTU)	112.38	13.613		
DO (mg/L)	3.81	6.01		
Water Temp.(°C)	30.62	29.82		

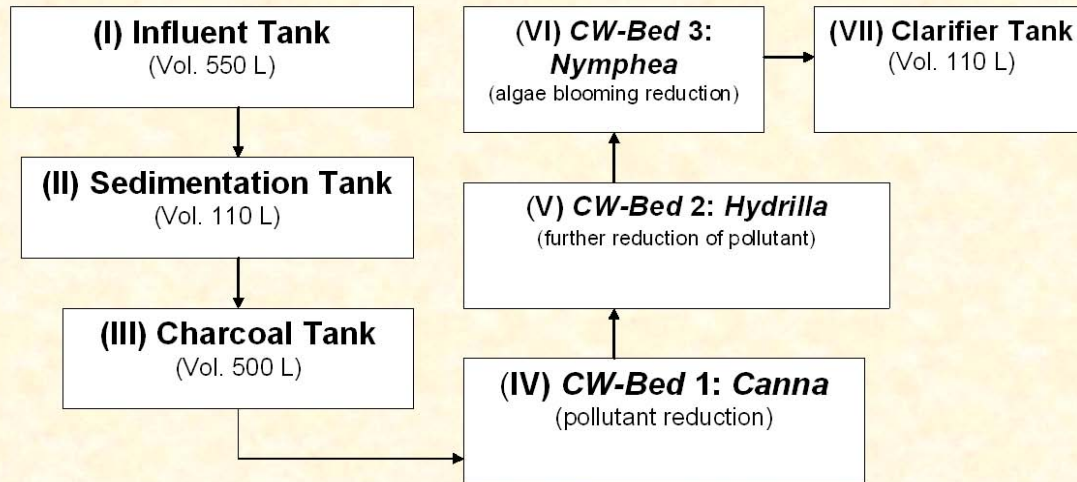
VERTICAL UP FLOW CONSTRUCTED WETLANDS (VUFCW)= varian 4

Usage : FOR IRON AND LEAD REMOVAL IN OPEN DUMPING LEACHATE RUN-OFF LIQUID

## VUFCW Design

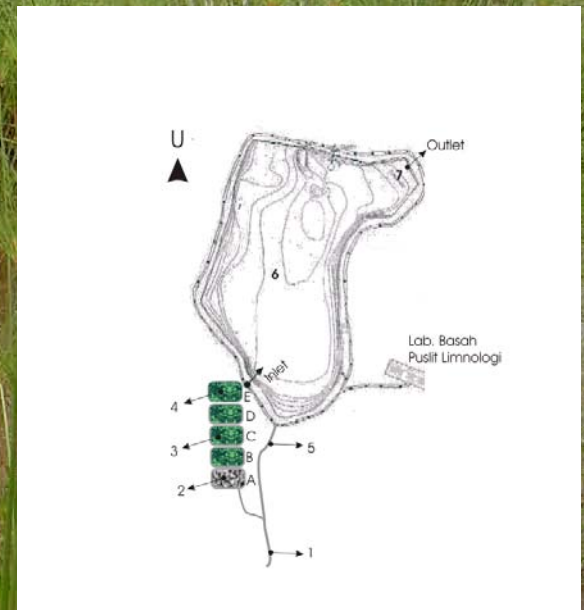
### VUFCW (CW varian4), to treat leachate landfill run off

Influent flows: 6.5 mL/sec, HRT: 5 day s10°5'11" (~ 6 days), Operational system: *batch*, number of the *batch*: 4 , (low input COD : 112.4406 mg/L; high input COD i: 264.9193 mg/L)

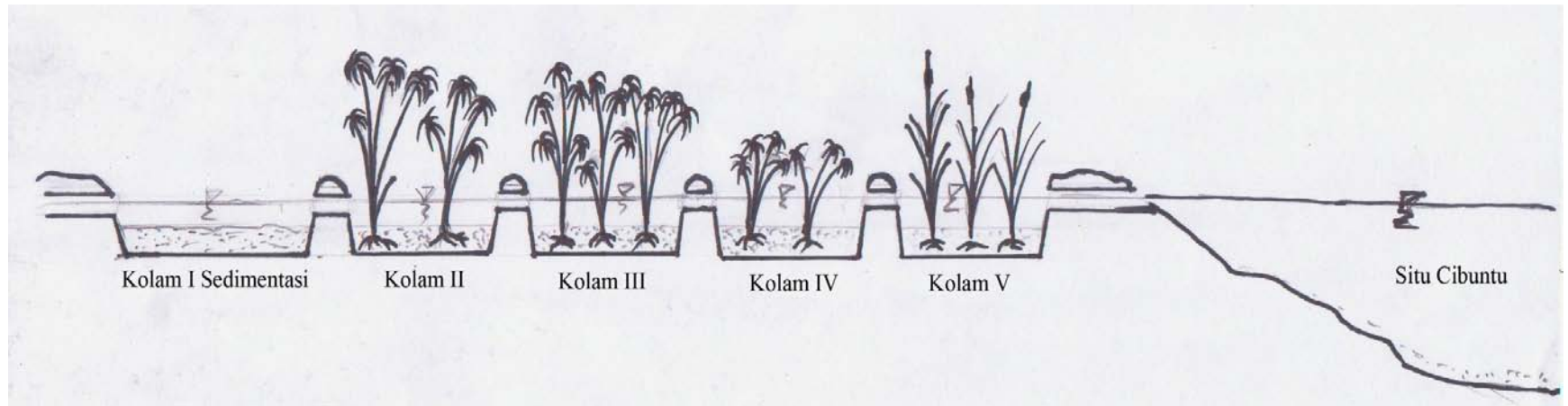


This pilot scale system was very efficient to remove Fe from the leachate run off liquid (100%) but elimination of Pb maximum was only 41.61 %.

## 2. Lahan Basah Buatan di Situ Cibuntu



# Skema Lahan Basah Buatan di Situ Cibuntu



2005-2006:

Kolam II&III : *Cyperus papyrus*

Kolam IV : *Cyperus mini*

Kolam V : *Typha* & melati air

2007-2008:

Kolam II : Bunga Batang Korek Api

Kolam III : Seroja

Kolam IV : Lotus

Kolam V : *Phragmites*

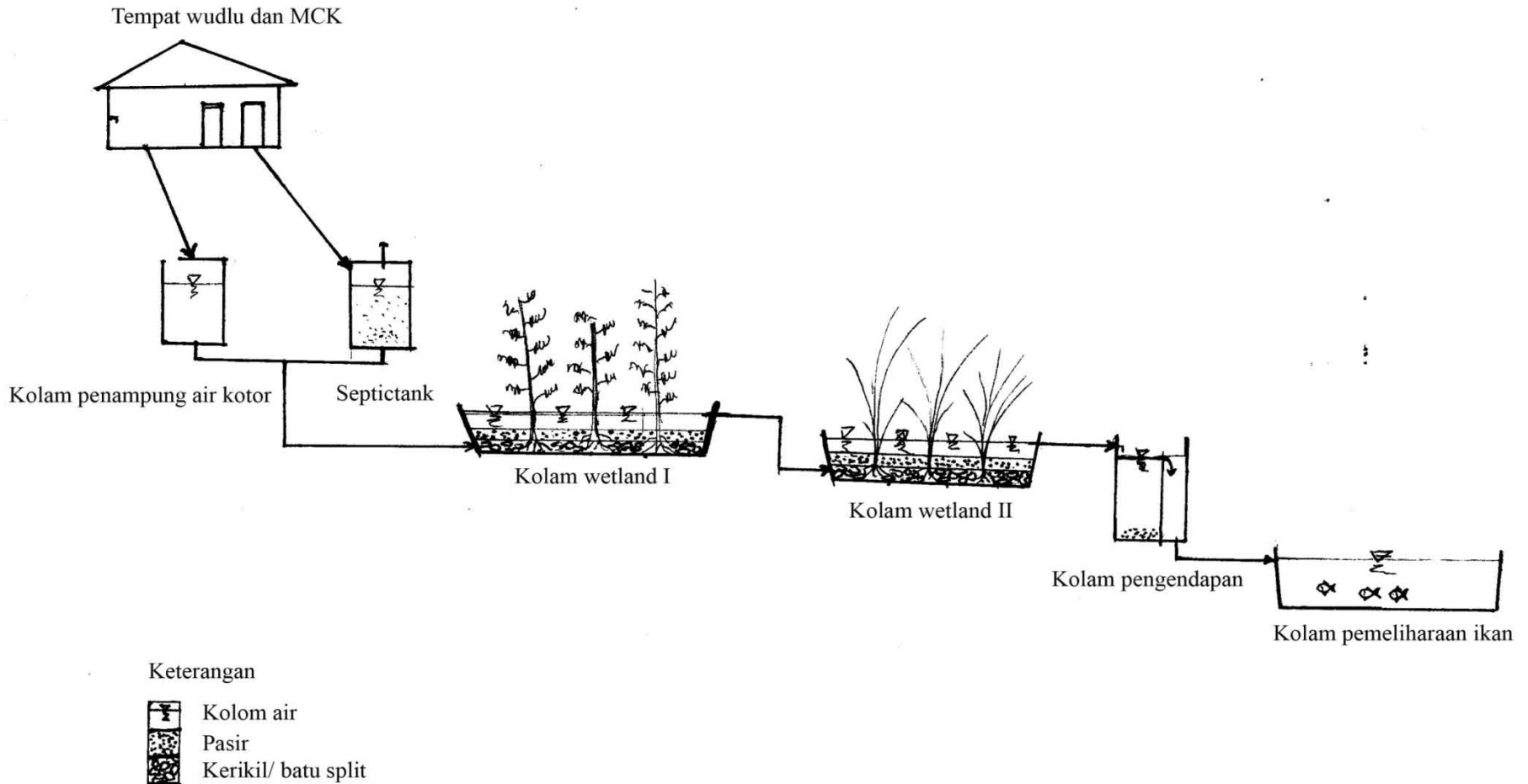
Latar Belakang

Tingginya sedimentasi dan kandungan nutrisi (N dan P)

Hasil

Lahan basah buatan di perairan Situ Cibuntu dapat menurunkan partikel tersuspensi dan nutrisi

### 3. Lahan Basah Buatan : Pengolahan Limbah dari Pondok Pesantren Arrafah, Cililin, Bandung



# HASIL

No.	Parameter	Concentration range [mg/l]	Efficiency [%]
1	BOD	518 – 275	45 – 95
2	COD	500 – 260	15 – 75
3	TOC	150 – 48	34 – 95
4	TN	176,536 – 21,497	10 – 73
5	NH <sub>4</sub>	194,536 – 37,763	10 – 81
6	TP	18,332 – 2,072	10 – 40
7	P-PO <sub>4</sub>	17,154 – 1,189	27 – 44
8	Total Coli	1.010.000-17.000 sel/ml	45 – 97
9	E-Coli	810.000 – 5.000 sel/ml	68 – 98

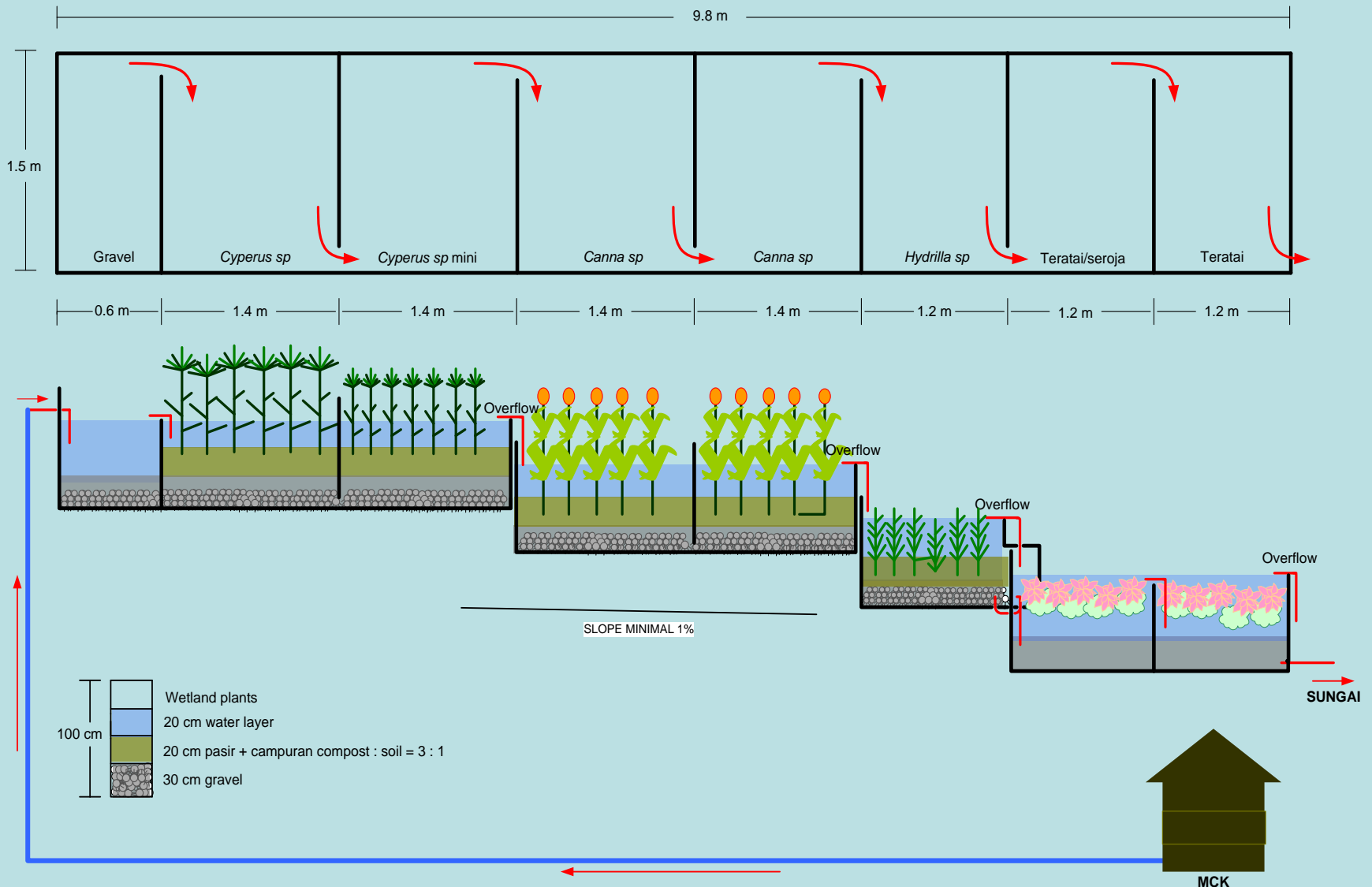
Catatan :  
- Kisaran konsentrasi adalah konsentrasi selama pengamatan  
- Effisiensi adalah yang diperoleh dari penurunan konsentrasi awal dengan setelah melalui sistem

# 4. Lahan Basah Buatan untuk Fasilitas Sanitasi Umum (MCK++) Petojo Utara, Jakarta

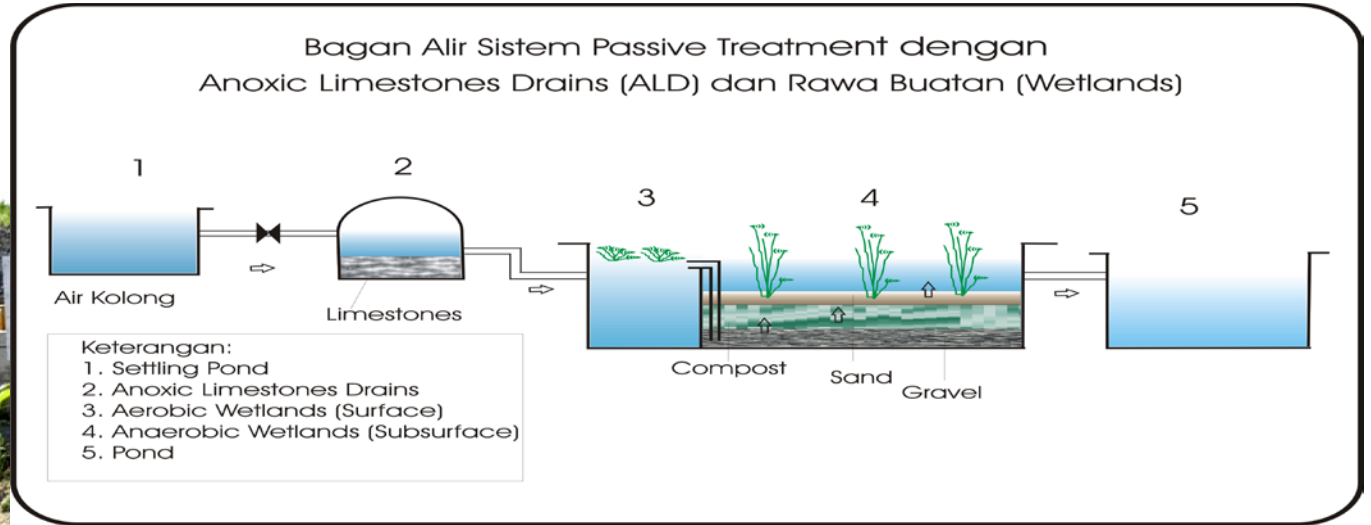
(Puslit Limnologi, Yayasan Kirey, USAID Foundation)

Parameter	Influent (mg/L)	Effluent (mg/L)
BOD	23.5	7.05
COD	56.3	33.78
NH3	24.6	4.92
Organic material	20.5	12.3
Debit	20 m <sup>3</sup> /day	
surface	13.2 m <sup>2</sup>	
Depth	0.7 m	
HRT (hydrolic retention time)	2.8 hours	
plants	<i>Cyperus</i> sp, <i>Cyperus</i> mini, <i>Canna</i> , <i>Hydrilla</i> , Seroja, Lotus	

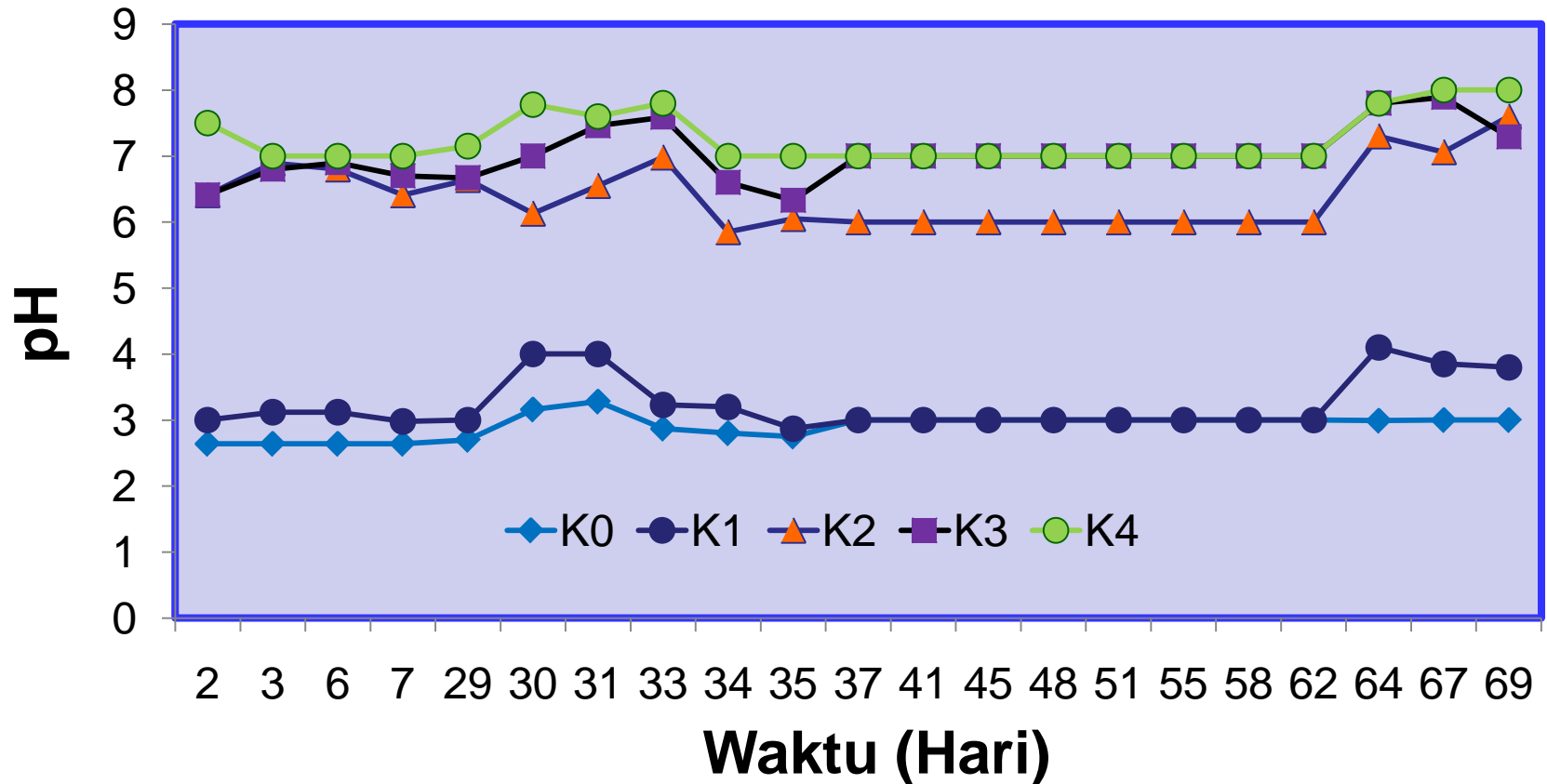
# Skema Lahan Basah Buatan untuk Fasilitas Sanitasi Umum (MCK++)



# 5. Penggunaan Lahan Basah Buatan dalam Skala Kecil untuk Kolong (Lubang Tambang) di Bangka



# pH profile in *passive treatment* system (field scale)

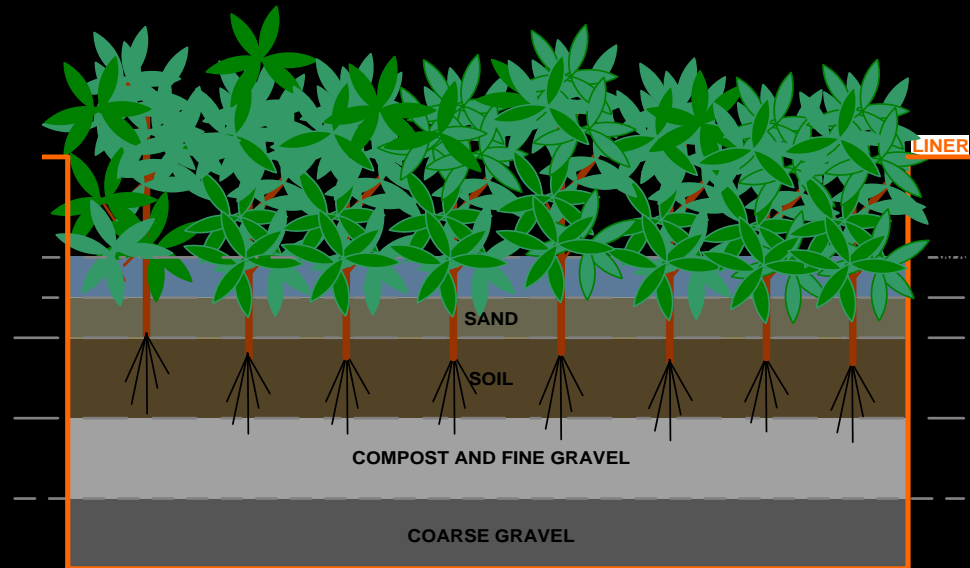


Sulfat reduce from **1000 mg/L** to **400 mg/L**,  
Fe from **79 mg/L** to **0.12 mg/L**

# ALD & Constructed wetland



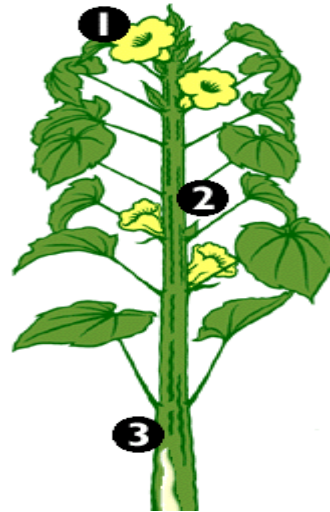
ANOXIC LIMESTONE DRAIN



SUBSURFACE FLOW SYSTEM  
CONSTRUCTED WETLAND



# Kenaf (*Hibiscus cannabicus*)



Serat yang tinggi di batang dan akarnya  
Mudah dibudidayakan, biaya produksi rendah, berumur pendek (4-5 bulan)  
Mampu beradaptasi di berbagai lingkungan tumbuh marginal seperti lahan banjir, podsolik merah kuning, gambut, dan tadah hujan  
Tumbuh di semua pH tanah baik asam, netral maupun basa  
Gangguan hama dan penyakit umumnya sedikit  
Hampir seluruh komponen tanaman kenaf dapat digunakan sebagai bahan baku industri  
Kayunya bisa digunakan sebagai briket bahan bakar, perangkat rumah seperti daun pintu, kusen, jendela, dan *particle board*. Seratnya berpotensi dijadikan pulp dan kertas, geotekstil, *doortrim*, fibre drain, karpet, *hardboard*, dan *handicraft*.  
Kenaf juga ramah lingkungan, mudah terdegradasi, dapat menangkap CO<sub>2</sub>.



## **6. Pendekatan Mikrofitorobentik untuk Mereduksi N & P pada Ekosistem Mengalir**

**MICROPHYTOBENTHIC** as:

- "biotic uptake" for N & P.
- Bio-filter : accumulate heavy metal & inorganic pollutant
- "self-purification"

**METODOLOGY:**

**"PERYPHYTON CHANNEL"**

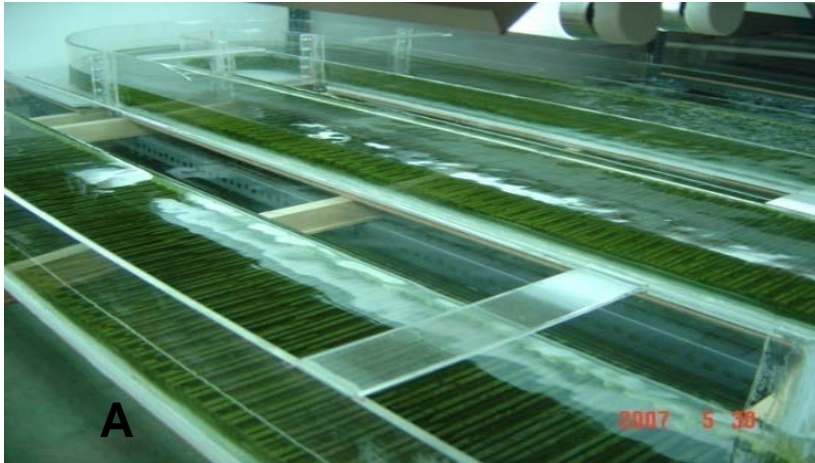
- substrate gravel diameter 5 cm
- channel : width 40 cm, length 700 cm
- 2 submersible pumps 3000 liter/hour

**RESULTS:**

**EFFECTIVELY REDUCE N & P TO 90% in exponential growth phase**

- 1. Accumulate Cu 9 Kg/day/ha of substrate**
- 2. Biomass production: 1 ton dry weight/ha/week**
- 3. Substitute pellet in fishculture (tilapia)**

# PERIPHYTON CHANNEL



A. Model Kanal Indoor untuk Produksi Biomassa/Studi Bio-Filter Logam berat



B. Model Kanal Outdoor untuk Uji biotic-Uptake N-P



C. Model Aplikasi Substrate Perifiton Budidaya Ikan Nila



D. Bio-akumulasi Mikrofitobentik/Perifiton pada substrat Gravels

# **KESIMPULAN**

Lahan basah buatan dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah cair dalam rangka restorasi sungai.

A photograph of a white lotus flower in full bloom, surrounded by large green lily pads on a pond. The text 'Terima Kasih' is overlaid on the image in a bold, pink font with a blue outline.

**Terima Kasih**